

## Le glacier de lakoutie, en Sibérie Nordique

Louis-Edmond Hamelin

Volume 13, numéro 29, 1969

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/020864ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/020864ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Département de géographie de l'Université Laval

ISSN

0007-9766 (imprimé)

1708-8968 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Hamelin, L.-E. (1969). Le glacier de lakoutie, en Sibérie Nordique. *Cahiers de géographie du Québec*, 13(29), 205–216. <https://doi.org/10.7202/020864ar>

### Résumé de l'article

Certaines observations sur l'influence des glaces flottantes en géographie (objet du « glacier ») ont pu être faites au cours d'un séjour de recherches en Sibérie pendant l'été 1969.

Parmi les principaux mécanismes généraux de la glaciellisation des rives de la Lena et de l'Aldan, notons un fort coefficient de glacement, le tracé des fleuves, les embâcles et débâcles, l'amplitude verticale du niveau des eaux, le relief encaissant, l'alimentation des berges en matériaux, la résistance à la destruction des formes fraîches. Les conditions du modelé glaciaire sont extrêmement dynamiques.

La principale forme est avant tout le *Becevnik*, terrasse profondément réaménagée par les glaces flottantes ; nous distinguons *becevnik* d'érosion et *becevnik* d'accumulation. Les formes mineures se regroupent en quatre catégories : a) formes de dénudation et d'érosion (7) ; b) de protection (2) ; c) d'accumulation (4) et d) de restructuration, (8). Plusieurs de ces formes avaient déjà été étudiées au Canada.

# LE GLACIEL DE IAKOUTIE, EN SIBÉRIE NORDIQUE

par

Louis-Edmond HAMELIN

*Centre d'Etudes nordiques, université Laval*

L'U.R.S.S. a organisé au cours de l'été 1969 une importante réunion d'études périglaciaires et paléo-géographiques dans la plaine de Moscou et dans la vallée moyenne de la Léna. Les principaux phénomènes considérés se rapportaient à la glace vive dans le sol et aux effets provoqués par les anciennes « glaciations » du sol. Essentiellement, il s'agissait donc de périglaciaire classique, qu'il soit actuel ou fossile, constatation qui a fait poser le problème de la stratigraphie générale du Quaternaire russe<sup>1</sup>.

Mais le voyage de plusieurs jours fait sur les grandes artères que sont la Léna et l'Aldan, au pied des fameux monts de Verkhoïansk, a fourni aux participants de multiples occasions de voir de nombreux phénomènes de relief dus à l'action des glaces flottantes, en d'autres termes, d'étudier diverses formes du modelé « glacial » (HAMELIN, 1959). Bien que les explications géomorphologiques officielles ne comportaient pas mention de l'action de ces glaces, ce genre de phénomènes est loin d'être inconnu en U.R.S.S. ; mentionnons au moins les observations de I.A. LOPATINE sur l'Iénisséï en 1871, les études de TIMOFEEV dans la région du lac Baïkal et celles de KURDJUKOV et de KORZHUYEV.

## MÉCANISMES GLACIELS GÉNÉRAUX

La Iakoutie est un pays où certaines conditions favorisent l'action des glaces flottantes sur le relief. D'abord, le froid saisonnier qui a produit un minimum thermique de l'air au sol de  $-83^{\circ}\text{F}$  ( $-64^{\circ}\text{C}$ ) à Iakoutsk. C'est à Oïmiakon, sur l'Indigirka, au pied du massif du Verkhoïansk, que l'on a enregistré le plus grand froid de l'hémisphère boréal, soit  $-96^{\circ}\text{F}$  ( $-71^{\circ}\text{C}$ ) ; d'où l'expression de pôle du froid. Vers la même latitude, mais sur le versant droit de la Léna (sous-affluent Markha) le plancher d'un pergélisol (infragélisol) ancien se situe à environ 1 500 mètres (4 900 pieds) au-dessous de la surface ; le froid de la Sibérie centrale n'est donc pas qu'affaire contemporaine. Le froid de l'air ne sert pas seulement à congeler l'épiderme de la nappe d'eau mais il profite des moments de toute dégradation thermique pour épaissir la carapace et élargir le pied de glace. Il en est ainsi des regels des eaux de pluie automnale, des eaux d'ennoyage de la carapace (*nalyed* ou *naledi* ou *aufeis* ou *icing*) par embâcle ou débâcle, des eaux d'injection des crêtes ou dômes de pression, de la neige humide, des apports de versants ; lors de la congélation automnale, au moment où le niveau des eaux est bas,

---

<sup>1</sup> Voir le compte rendu rédigé par M. André Cailleux dans le *Biuletyn Periglacialny*.

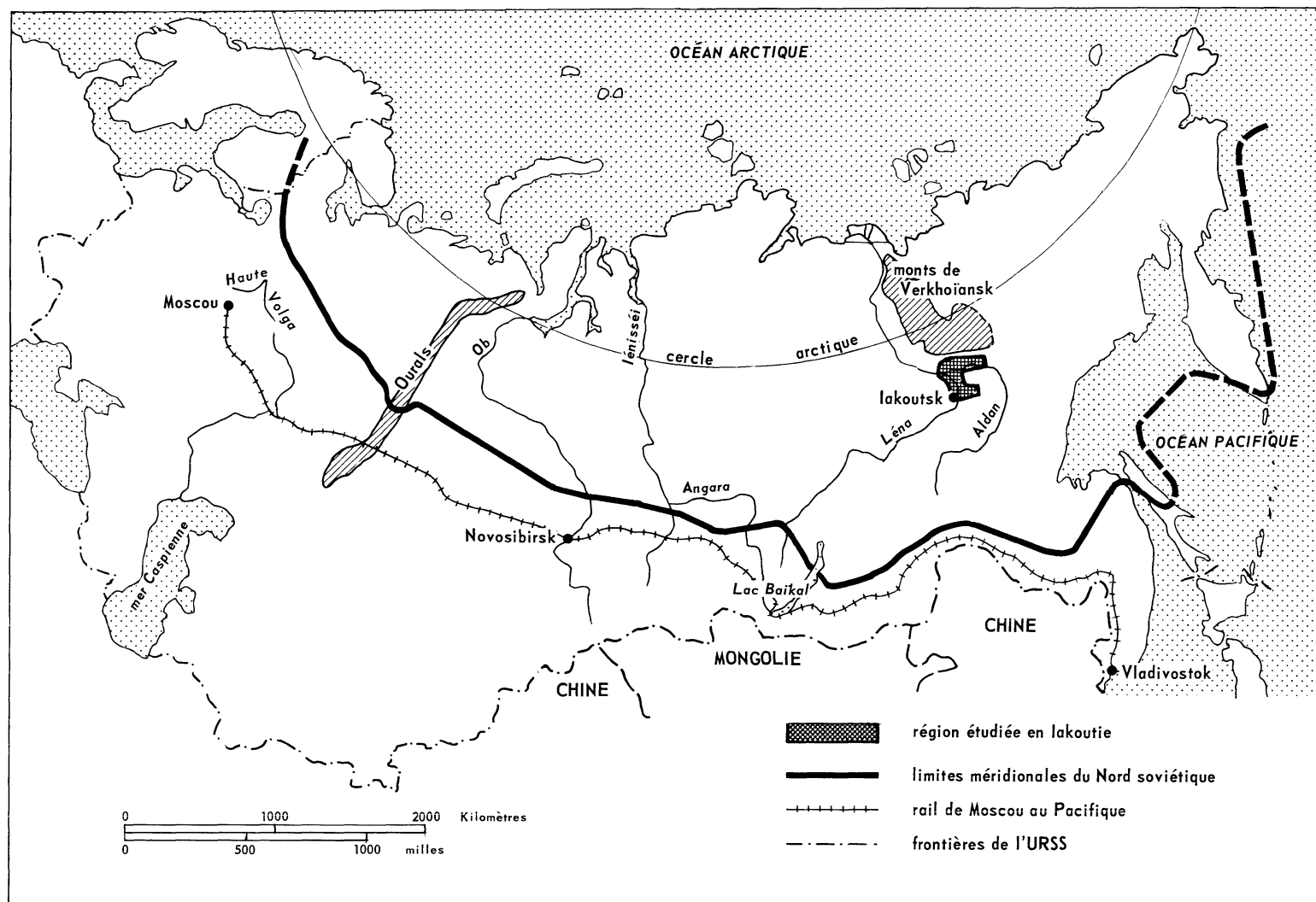


Figure 1 Localisation générale de la région

la glace qui se forme sur les berges ne vient qu'en partie des eaux mêmes du cours d'eau. A la fin de l'hiver, le *coefficient de glacement* (rapport de la quantité totale de glace établi en fonction de la largeur du cours d'eau) est alors élevé ; par endroit, la glace devient beaucoup plus épaisse qu'elle ne devrait l'être d'après la faible conductibilité de cette matière. Sous l'effet des surcharges mécaniques et des englacements additifs, le lit de glace s'est élargi ; la pression horizontale sur les rives est donc forte. Dans ces conditions, il est souhaitable que les oeuvres d'aménagement des littoraux glaciellisés tiennent compte de cette force ; cette situation explique peut-être, du moins en partie, les digues concaves et inclinées (mais non verticales) de la Moskova, de même que les quais flottants et amovibles de la Léna. Sur les berges, le lit de glace intéresse une tranche de rive située au-dessus du niveau des eaux ; l'amplitude glacielle verticale dépasse d'environ 5 mètres l'amplitude hydrologique. Ainsi peut se construire le bourrelet supérieur qui apparaît perché par rapport au niveau maximum des eaux seules ; il peut s'expliquer par le chevauchement des blocs de glace venus du large sur un pied de glace local qui sert d'appontement ; sur cet appentis, les blocs sont en position monoclinale, comme nous l'avons signalé dans le cas de l'île arctique de Melville au Canada. Sur les rivages, versants de la vallée ou bords des îles, il se produit donc des actions glacielles durant le pléni-hiver. Toutes ces glaces doivent être évacuées au printemps, qui devient ainsi la principale période de remodelage des rives par les glaces. Le *Bečevnik* (voir plus loin) est surtout une forme fini-glacielle.

Durant l'été, si la glace dans le sol ne disparaît que sur une épaisseur d'environ deux mètres, la glace de rivière fond complètement, la plupart du temps avant l'arrivée des fortes chaleurs continentales. Celles-ci sont élevées. Durant les jours exceptionnellement chauds du début d'août 1969, à Bestyakh, la température de la surface sableuse de la berge dépassait 113°F (45°C) et celle des eaux de l'Aldan à un pied (30,4 cm) de profondeur et près de la berge s'établissait à 72°F (22°C) ; de telles chaleurs estivales sont pour une part fonction de la position continentale de la région.

Les glaces qui vont modifier le modelé des berges sont de deux types. Les glaces de rive ou pieds de glace protègent les rivages durant la période stable du glacement, mais elles peuvent exercer un puissant arrachement à leur départ ; c'est alors que le plancher terrestre ou végétal auquel elles s'étaient soudées au moment de l'engel risque par adhérence de migrer avec les glaçons. Une fois déglacées, les berges seront soumises au choc, aux pressions, à l'échouage et au délestage de matériaux de la part des glaces à la dérive et cela d'autant plus que le *Bečevnik* est alors envahi de bas en haut. L'action respective de ces deux types de glace n'est pas nécessairement consécutive ; voici deux cas : un *floe* (glaçon de plus de 10 m de diamètre) échoué ou un pied de glace peut occuper encore la rive aux moments du flux maximum ou de la défluviation et empêcher les modifications locales du modelé. A une confluence, le déglacement tardif d'un affluent permet au cours d'eau principal, déjà libéré, d'élever un bourrelet médian effilé, comme à Shuyskaya. En morphologie glacielle, l'on est toujours en présence d'une dynamique très rapide et qui permet un nombre très élevé de micro-faciès.

Les conditions de déglacement favorisent également les modifications glacielles. Faute de données, nous ne pouvons nous arrêter sur les mécanismes climatiques mais voici quelques aspects non météorologiques. D'abord une constatation logique : la direction générale vers le nord des longs fleuves sibériens, Léna, lénisséï, Ob, met leur section aval dans une zone à déglace-

ment tardif par rapport à leur section amont ; en théorie, la carapace de la partie inférieure de ces cours d'eau gêne l'évacuation des eaux de fonte venues d'amont<sup>2</sup>. Toutefois, il ne faut pas accorder trop d'importance à ce type polyzonal de tracé ; pour un cours d'eau analogue, le MacKenzie canadien, R. Mackay a montré qu'une telle disposition structurale ne produisait pas chaque année les catastrophes attendues car le déglacement ne se fait pas systématiquement d'amont vers l'aval ; des traits comme la présence de grands affluents peuvent compter davantage. De plus, les cours d'eau ne sont pas rigoureusement longitudinaux ; sur 600 km, la basse Aldan et un secteur de la Léna elle-même sont sensiblement à la même latitude (vers le 64ème degré) ; il en est ainsi de l'Ob sur 400 km en amont de Khanty Mansiysk.

D'autres traits que cette zonation difficile gênent bien davantage l'écoulement ; ce sont les traits locaux du relief et du glacement : présence d'îles, de hauts-fonds, de coudes dans le tracé ; il faut aussi signaler les apports des affluents, les types de berges, la quantité totale des glaces, le mode de fragmentation des glaces, la vitesse de migration de ces glaces. Il faut comprendre que les phénomènes de déglacement sont extrêmement changeants ; à tout moment, la convergence d'événements peut provoquer embâcle ou débâcle ; par une telle dynamique, les modèles terrestres dûs aux glaces flottantes sont eux-mêmes extrêmement variés.

Favorable également aux manifestations glacielles est la forte amplitude verticale des eaux fluviales ; en amont des estuaires, le niveau de la Léna, contrairement à celui du Saint-Laurent, varie profondément, c'est-à-dire de l'ordre de 20 pieds (6 m), avec des embâcles fluvio-glacielles pouvant provoquer, dit-on, des écarts de 85 pieds (26 m). Sur l'énisséi, S.A. ARCHIPOV parle d'embâcles pouvant atteindre 35 mètres. Ces variations tiennent d'une part à la forte rétention hivernale voulue par le faciès d'hiver d'une continentalité accusée et, d'autre part, par le maximum hydrologique nivo-pluvio-glaciel du début de l'été. Ainsi, sur les rivages en faible pente, l'influence glacielle peut s'exercer sur des distances de près de deux cents mètres ; en ce cas, l'action glacielle est plus que ponctuelle, elle devient aréolaire.

La configuration générale des abords immédiats du thalweg ou des bas versants de la vallée a son importance non simplement pour les dimensions du *Bečevnik* mais pour son existence même. Une vallée, toute récente, sans encaissement, ou une gorge profonde à paroi verticale, ne permettent évidemment pas le remodelage des rivages. Il faut donc des prédispositions structurales ou un type d'évolution du relief pour que certains traits glaciels puissent s'inscrire. Dans les périodes les plus humides du Quaternaire russe, les eaux de fonte de neige et des glaciers, venant d'une part des montagnes de la Baïkalie septentrionale et d'autre part de la chaîne de Verkhoïansk, ont contribué à élargir la vallée de la Léna ; actuellement, les besoins hydrologiques étant moindres que ceux de ces périodes à débits maximaux, un certain espace se loge entre la vallée d'encadrement et le thalweg actuel ; c'est la partie basse et proximale (par rapport au cours d'eau) de cet étage de transition qui est objet de glaciellisation.

---

<sup>2</sup> Il se pourrait qu'au cours des périodes froides mais peu nivales du Quaternaire l'évacuation des eaux courantes rendue saisonnièrement difficile par les glaces flottantes ait contribué à enrichir en eau le sol et le roc des parties inondables des vallées ; par la suite, lors des engels successifs, cette condition aurait permis un accroissement de la glace dans le sol. Ainsi seraient liées par certains aspects, glaces sur cours d'eau et glaces dans le sol.

L'alimentation locale en matériaux du *Bečevnik* vient de cinq sources : d'abord du *Bečevnik* régional, puis des cours d'eau eux-mêmes, ainsi que des glaçons à long cours, sales et en transit ; également du vent qui prélève durant l'hiver, sur les îles basses et composées d'éléments fins, des « *loess-like* » ; enfin, du versant local dominant qui livre des sédiments suivant deux principaux processus : d'une part, la fusion des coins ou des masses de glace dans le sol provoquant des glissements de terrain au détriment du talus de la terrasse ancienne qui souvent limite le *Bečevnik* ; d'autre part, une certaine évacuation du matériel de cette terrasse se fait par l'écoulement saisonnier qui s'est installé dans les sillons péripolygonaux. Les glaces de rive vont s'emparer de toutes ces livraisons de dépôts. En ce qui concerne les matériaux venant du versant, une autre relation est donc établie entre les glaces du sol et les glaces du cours d'eau.

Ainsi, les principaux facteurs glaciels des fleuves russes sont les caractères topographiques et lithologiques des rives, la quantité de glaces autochtones ou allochtones, la dynamique des phénomènes et la résistance à la destruction du nouveau modelé glacial lors de la défluviatation<sup>3</sup>.

## INVENTAIRE DE QUELQUES PHÉNOMÈNES IAKOUTIENS

Puisque nous n'avons pas d'observations concernant la sédimentation glacielle en eau profonde, nous nous en tiendrons au modelé que les glaces flottantes créent sur les rivages et les haut-fonds. Nous signalerons les phénomènes vus à partir du bateau et étudiés aux points d'accostage. Les rivages intéressés par ce relevé rapide sont ceux de la Léna, de Iakoutsk à la confluence de l'Aldan, et ceux de l'Aldan inférieur, en aval de l'Amga ; les observations s'échelonnent donc sur environ 1 200 km (rives gauche et droite).

### *Une forme majeure : le Bečevnik*<sup>4</sup>

D'après D.A. TIMOFEEV, d'Irkoutsk, avec qui nous avons discuté de cette forme fluvio-glacielle, à Shuyskaya, sur l'Aldan, le terme viendrait de *Bečeva*, qui signifie corde de halage ; le *Bečevnik* correspondrait à la section du littoral qui peut être utilisée pour manoeuvrer les embarcations de cette façon. Géographiquement, le *Bečevnik* serait la partie latérale du lit majeur d'une rivière ou d'un lac qui devient découverte après les hautes eaux. Au fur et à mesure que la défluviatation saisonnière s'accroît, le *Bečevnik* semble s'élargir ; au début d'août, il doit être à moitié dégagé mais se découvre-t-il complètement ? Peut-être jamais, car, l'étiage correspondant à l'hiver, un nouveau pied de glace nival vient réoccuper le *Bečevnik* progressivement dès l'automne. Dans les estuaires, le *Bečevnik* correspondrait à l'estran et, le long du Saint-Laurent, l'on parlerait de « batture ». Lithologiquement, le *Bečevnik* est constitué de gros cailloux, de galets ou d'éléments fins, ou il peut être taillé en roche en place. Concernant les pentes, le *Bečevnik* montre 2 carac-

<sup>3</sup> Personne n'a encore produit une géomorphologie glacielle totale qui décrirait et expliquerait les multiples phénomènes d'érosion, de nettoyage, de transport, d'accumulation, de protection (phase statique du pied de glace), de restructuration stratigraphique (turbation glacielle) et de remodelage topographique des dépôts meubles, le tout vu dans un rythme très rapide d'évolution. Au Canada, Jean-Claude Dionne est celui qui semble le plus intéressé à cet aspect de la géomorphologie générale.

<sup>4</sup> C'est M. André Cailleux qui, en 1968, a attiré notre attention sur ce mot. La graphie du terme français vient de C. Jauksch-Orlovski.

tères : l'inclinaison de l'ensemble est souvent de quelques degrés seulement, les valeurs supérieures ne semblant pas dépasser  $17^{\circ}$  ; dans le détail, la pente générale se décompose en une série de petits gradins dont le plancher est incliné vers les eaux de  $4^{\circ}$  à  $6^{\circ}$  alors que les talus le sont de  $26^{\circ}$  à  $36^{\circ}$  ; ces petits abrupts correspondent à des fronts de poussée glacielle.

Sur le plan végétal, de bas en haut, il faudrait distinguer 3 étages : a — la frange basse (ou les bancs de sable à fleur d'eau, comme au large du peuplement de Maymaga sur la Léna), découverte par défluviation durant une courte période seulement (si elle l'est jamais), ne comprend pas de végétation apparente in situ ; b — la frange moyenne, comme le schorre des rivages à marée, est recouverte de végétation basse, herbes et arbustes ; c — aux extrémités du lit majeur, les glaces maximales du cours d'eau peuvent venir bousculer les abords de la forêt ; cet étage exceptionnel n'existe pas partout. La végétation de chacune de ces 3 franges subit une dynamique particulière, par suite, d'une part, des arrachements vermiculoïdes et, d'autre part, du délestage de plaques erratiques végétales. Génétiquement, les glaces flottantes de rive et de dérive constituent le facteur dominant de l'élaboration du *Bečevnik*.

Sous des faciès différents comprenant des assemblages originaux de microformes, le *Bečevnik* accompagne sur des centaines de kilomètres les rives de l'Aldan et de la Léna. Aussi les formes mineures mentionnées plus loin se retrouvent-elles en de multiples lieux. Nous avons également identifié cette forme importante, d'une part, sur la haute Volga et, d'autre part, sur l'Angara, à la sortie du lac Baïkal.

#### PROFIL SCHÉMATIQUE D'UN BEČEVNIK D'ACCUMULATION

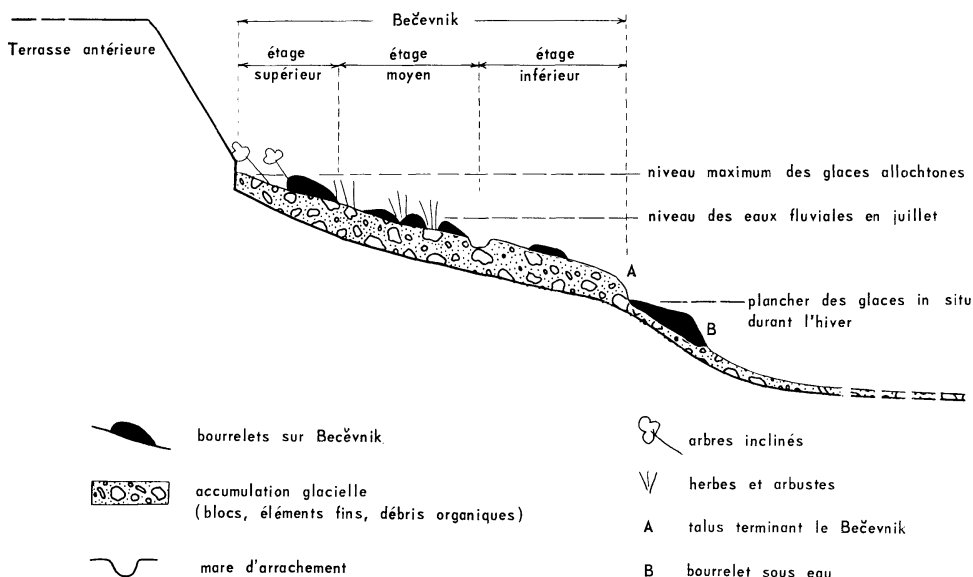


Figure 2



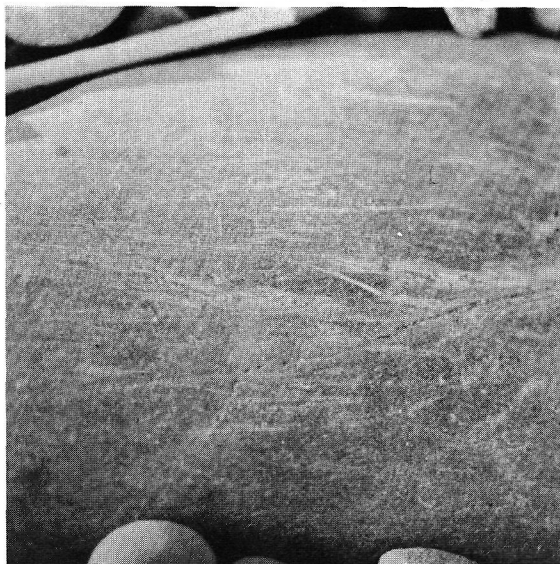
**Photo 1** Vue générale d'un bečevnik caillouteux. Kuranakh sur l'Aldan.

(Photo Louis-Edmond HAMELIN, juillet 1969.)



**Photo 2** Cercle trié de pierres d'origine glacielle. Berge du bas Aldan.

(Photo Louis-Edmond HAMELIN, août 1969.)



**Photo 3** Stries et rayures glacielles. Étage moyen du Bečevnik. Sur l'Aldan. (Largeur du cailloux, quatre pouces).

(Photo Louis-Edmond HAMELIN, août 1969.)



### *Les formes mineures*

Elles se rencontrent sur les berges, les îles très basses, les hauts fonds, les anciens chenaux abandonnés et les rives de lacs thermokarstiques.

#### *a – Dénudation et érosion*

Les phénomènes d'érosion composent des microformes dont la dimension principale dépasse rarement 10 mètres ; peu importantes individuellement, elles le deviennent par leur fréquence.

- 1 – *Polissage*. La face exposée des cailloux stables peut être fortement adoucie par suite du passage répété de glaçons nus ou sales.
- 2 – *Strie*. Mini-phénomène. Rayure fine et courte sur cailloux ; ce type de strie s'impose d'autant plus comme phénomène que la région n'a pas été glaciée.
- 3 – *Choc*. Mini-phénomène. Décoloration et fine desquamation des cailloux du côté exposé à la pression des glaces « vertes » et chargées de matériel. Ces marques de percussion sont plus visibles immédiatement après le déglacement qu'à la fin d'un interglacial prolongé.
- 4 – *Cupule réniforme*. Forme en creux de l'ordre du centimètre constatée sur des roches dures et saines.
- 5 – *Gouttière*. Petite cannelure inscrite dans le matériel meuble par suite du déplacement d'un *floe* ou d'un bloc glacial ; la masse et la forme du buttoir mobile donnent les dimensions du sillon ou du fossé.
- 6 – *Cuvette d'arrachement*. Dépression de quelques mètres de diamètre inscrite dans les dépôts et correspondant à l'exportation du matériel qui était fixé à un glaçon en migration ; ces concavités peu profondes sont sèches ou bien elles forment des mares ; elles existent non seulement sur les berges de rivières mais aussi sur les îles très basses comme au large de Maymaga (Aldan).
- 7 – *Talus abrupt et non continu*. Les glaces en transit ou les eaux fluviales seules peuvent inscrire sur les berges de petits rebords raides mais sans prolongement rigoureux ; des éléments végétaux, débris délestés au pied des talus ou arbustes en place au sommet de ces derniers, peuvent souligner les gradins taillés à la surface du *Bečevnik*.

#### *b – Protection*

- 8 – *Champ de végétation herbeuse*. Il est difficile d'interpréter la survie locale (sur quelques dizaines de mètres) de la couverture végétale *in situ* d'une partie exposée du *Bečevnik* autrement qu'en faisant appel à l'occupation d'un pied de glace au moment de la débâcle ; ainsi, près d'lkhenen sur l'Aldan. Par la suite, cette glace de rive meurt sur place par amincissement ; un tel déglacement, non violent, ne détruit pas la végétation sous-jacente. Là où il n'y a pas eu une telle évolution, l'éta-ge inférieur du *Bečevnik*, par contraste, est pratiquement nu de végétation en place.
- 9 – *Dépression de culot glacial*. Certaines formes en creux sur les pentes faibles des *Bečevniks* d'accumulation semblent tenir à l'ancienne occupation d'un morceau de pied de glace ou d'un glaçon immigré qui, avant

sa fusion tardive, aurait empêché « la déposition » locale de matériaux. Processus analogue au « kettle » glaciaire, mais de forme beaucoup plus réduite.

### c – *Accumulation*

Généralement, sur le *Bečevnik*, l'abondance de l'accumulation allogène est inversement proportionnelle à la pente.

- 10 – *Bloc isolé*. Des géologues russes attestent que des blocs minéraux originaires de la Baïkalie septentrionale ont été transportés jusque dans le cours moyen de la Léna par des radeaux de glace. Cependant, on constate que les méso-blocs glaciels (d'environ 50 cm à 1 m) sont beaucoup moins nombreux sur les rives de la Léna qu'au long des rivages septentrionaux du bas-estuaire du Saint-Laurent, au Canada.
- 11 – *Champ de cailloux*. Sur quelques dizaines de mètres, des poches de cailloux de 10 cm environ apparaissent sur la grève ; ils correspondent au délestage d'un floe ; les fréquences dominantes de leur granulométrie tiennent, d'une part, à l'alimentation venant des terrasses anciennes et, d'autre part, au lessivage postérieur au dépôt originel des champs de cailloux.
- 12 – *Couche irrégulière et informe de sédiments fins*. Au hasard des conditions glaciologiques, sédimentologiques et topographiques, les rives de la Léna et de l'Aldan reçoivent une pellicule discontinue de matériaux, analogues à la moraine de fond pour les glaciers. La quantité, le faciès et la localisation de ces dépôts varient chaque année.
- 13 – *Débris végétaux*. Ils sont de deux types. Etant donné les formations taïgales et une certaine exploitation forestière dans les bassins de ces rivières, les berges accueillent les troncs d'arbres transportés par le courant ou par les glaces. Davantage représentatives du transport glacial sont les touffes de végétation basse (herbes et arbustes) qui sont apportées comme la matière minérale par des radeaux de glace ; l'on en trouve non seulement sur le *Bečevnik* mais aussi sur les îles sableuses de l'*alass* lacustre d'Abalakh. Par comparaison, le long de l'estuaire du St-Laurent, M. André CAILLEUX avait parlé de « plaques de gazon ». Tous ces matériaux encombrant les plages.

### d – *Restructuration*

Les phénomènes de remodelage sont associés de près aux types d'accumulation.

- 14 – *Bourrelet*. Levée glacielle construite par la poussée des glaces. Le rempart, soumis à des pressions différentielles, est inégalement haut, continu et large. Vu d'avion, le bourrelet n'est pas rectiligne ; au contraire, il montre des rentrants et saillants ; il apparaît festonné, en guirlandes, et composé d'une série d'ondulations souvent heurtées ; ainsi, au pied de l'abrupt de Mamontova Gora. Topographiquement, il est dissymétrique ; fraîche, la pente du talus est de 4 à 6 fois plus forte que celle de la section sommitale ; ces différences s'atténuent avec le temps comme le montrent les bourrelets anciens qui n'ont pas été remaniés par les glaces. Généralement, plusieurs renflements d'accumulation sont étagés sur la berge ; un bourrelet perché au-dessus de tous les autres témoigne, au niveau de l'étagé supérieur du *Bečevnik*, d'une poussée

exceptionnelle des glaces ; cependant, les bourrelets fluvio-glaciels de la Léna n'ont pas la puissance des murailles péri-arctiques, comme celles des chaos de Wakeham, sur l'île de Melville (Canada).

- 15 – *Sédimentation différencielle autour des blocs*. Les modifications en plus ou en moins de l'accumulation à la base des obstacles sont de divers types. Ici, le bloc semble avoir été déchaussé, là, au contraire, enveloppé. Une telle évolution de la gangue peut donner aussi l'impression que le bloc se dégage ou s'enfonce.
- 16 – *Couronne ou demi-couronne de dépôt*. Cette forme se fait en deux temps : d'abord, autour d'un bloc de glace ou d'un *boulder*, sédimentation proximale ; puis par légers déplacements du noyau, éloignement et arrondissement de la masse des dépôts qui en viennent à former une auréole distale. Ainsi, apparaît un type de cercle de pierres trié dont l'origine ne s'explique pas par une migration de cailloux à l'intérieur de la couche supérieure du sol. Dans la plupart des cas, l'anneau ou le médaillon est incomplet ou dissymétrique.
- 17 – *Croissant de plage*. Petit appendice à rebords, ressemblant à un van, généralement inscrit dans un bourrelet et ouvert en direction de la provenance des glaces.
- 18 – *Eperon de bordure*. Pointe d'accumulation longue d'environ 15 mètres, en forme de crochet et orientée de biais par rapport aux rivages. Phénomène exigeant des conditions particulières de pression et de surcharge ; modelé probablement lié à un épis d'embâcle. Exemples sur les rives concaves de l'Aldan en amont de Mamontova Gora.
- 19 – *Alignement des matériaux*. Sur les berges autres que rocheuses (où des crêtes et sillons permettent à la sédimentation allogène de s'accrocher naturellement), les alignements des petits matériaux tiennent aux lignes d'assaut des glaces sur les berges et au triage fait par la défluviation postglaciale ; ce dernier processus crée un étagement de laisses de petits cailloux sur le *Bečevnik*.
- 20 – *Dallage*. Concentration et disposition à plat de blocs par suite d'invasions glacielles répétées. Certains cailloux, grâce à leur forme et à leur position, offrent plus de résistance que d'autres à la prise en charge et à l'exportation ; ils « vieillissent » sur place, subissent le poids de l'occupation des glaces et reçoivent des débris fins autour d'eux. A la longue, ces blocs en viennent à composer une surface sub-horizontale qui ressemble à une voie romaine ou à un chemin grossièrement pavé. Si l'on pense au facteur génétique dominant, l'on ne peut parler de dallage strictement « nival ».
- 21 – *Massacre des arbres*. A la limite supérieure du *Bečevnik*, sur le bourrelet supérieur et au-delà, l'orée de la forêt peut exceptionnellement au printemps être envahie par des glaçons ; des talles végétales deviennent alors inclinées ; par rapport à l'axe fluvial, elles le sont de biais et vers l'aval ; certains arbres sont même déracinés et couchés. Il en est ainsi près de Shamanskiy Bereg, sur la Léna moyenne. Les points d'impact peuvent être envahis de blocs rocheux et de plaques d'herbes erratiques. Etant donné que ces destructions ne se situent pas rigoureusement à la même altitude et qu'elles ne sont pas continues, elles ne peuvent correspondre à l'action seule des eaux ; les glaces flottantes, elles, atteignent des niveaux locaux différents.

Cette occupation glacielle destructrice se fait également, comme à TuriyVzvoz, aux dépens de la terrasse d'inondation, site d'anciennes prairies d'élevage ; à la fin de juillet 1969, le plancher de cette surface se trouvait à environ trois mètres au-dessus du niveau de la Léna.

Ainsi, ces diverses microformes vues le long des cours d'eau Léna et Aldan donnent aux rivages nordiques un faciès bien particulier. Dans une vue très générale, l'on pourrait distinguer 2 types de *Bečevnik* : l'un d'érosion qui serait qualifié comme le *strandflat*, terrasse d'abrasion ; cette forme fluvio-glacielle récente a gagné une largeur d'environ 65 pieds (20 mètres) à même les épaisses formations fluvio-glaciaires et loessiques (et pseudo-loessiques) de l'Aldan, au pied du massif de Verkhoïansk ; l'autre *Bečevnik* en est un d'accumulation, dont la topographie se caractérise par le chaos glacielle (figure 2) ; cette pellicule de dépôts, profonde de quelques mètres et surmontée de bourrelets, peut intéresser un espace s'éloignant jusqu'à plus de 100 mètres du trait d'étiage.

\*  
\*   \*   \*

Sur le littoral iakoutien, domine partout l'action très différentielle des glaces saisonnières de rive et de dérive. Les phénomènes signalés se rattachent bien au périglaciaire général, puisque, suivant la définition de A.I. POPOV, l'essentiel du périglaciaire consiste justement dans l'étude des effets du passage de l'eau de l'état solide à l'état liquide, et vice-versa.

Pour désigner les berges glacielles des cours d'eau sans marée, comme il n'existe pas de mot équivalent en langue française, et en accord avec M. André CAILLEUX, nous suggérons de franciser le terme russe « *Bečevnik* ». En retour, le langage de l'U.R.S.S. ne semble pas avoir un terme spécifique pour désigner uniquement la géographie des glaces sur cours d'eau ; ne pourrait-on pas alors suggérer aux spécialistes de ce pays l'emploi du mot français « glacielle » ?

En U.R.S.S., nous avons retrouvé la plupart des phénomènes glaciels décrits ici, d'une part, sur la haute Volga, dans la région d'Uglich, et, d'autre part, sur l'Angara, à la sortie du lac Baïkal ; l'on rencontre aussi de tels phénomènes en bordure des dépressions lacustres (*alass*) sises entre les cours d'eau Léna et Amga, précisément dans la région d'Abalakh. Ces observations faites dans des milieux différents et fort éloignés, ajoutées à celles des chercheurs soviétiques, permettent de se convaincre de la large distribution du modelé glacielle à l'intérieur de l'Union Soviétique. Il en est d'ailleurs ainsi au Canada.

Le glacielle est important non seulement en morphologie des rivages mais aussi dans la géographie des transports fluviaux. Les extrémités des îles, la surface des hauts-fonds, la profondeur des chenaux secondaires, l'inclinaison des berges sous l'eau sont autant d'aspects où des modifications saisonnières du relief par les glaces flottantes créent un impact direct sur les opérations de la batellerie, surtout, dans les pays peu peuplés et immenses comme les Nordsoviétique et canadien, où l'infrastructure en quais et en appontements risque d'être insuffisamment développée.

## BIBLIOGRAPHIE TRÈS SOMMAIRE

## A — Livrets-guides des excursions périglaciaires en U.R.S.S.

KATASONOV, E.M. et SOLOV'EV, P.A. *Guide to trip round Central Yakutia — Paleogeography and Periglacial Phenomena*. International Symposium, Yakutsk, 1969, 87 pages, fig. (Original en russe).

MARKOV, K.K. et alii. *Symposium, Paleogeography and Pleistocene Periglacial Phenomena. Guidebook for field excursions. Moscow. Upper Volga*. Moscow, 1969, 70 pages, fig. (En russe et en anglais).

## B — Sur le glacier russe

ARCHIPOV, S.A. et LAVROUCHINE, U.A. *Certaines particularités concernant la structure du cours moyen et inférieur du Lénisséi*. Bull. de l'Association moscovite des Naturalistes, t. XXXIII, n° 6, 1958, p. 127-138. (En russe, traduit par A. TCHEBYKINE).

KORZHUYEV, S.S. et TIMOFEEV, D.A. *River banks and the part played by river ice in the formation of their microrelief (based on examples from Southern Yakutia)*. Inst. Géogr. Moscou, t. 68, 1956, p. 69-95.

## C — Pour comparaison, quelques références canadiennes

DIONNE, Jean-Claude. *Bibliographie annotée du glacier : aspects morphosédimentologiques*. La Revue de Géographie de Montréal, vol. 23, n° 3, 1969, p. 339-349.

HAMELIN, Louis-Edmond. *Classification générale des glaces flottantes*. Le naturaliste canadien, Québec, vol. 87, n° 10, 1960, p. 209-227.

HAMELIN, Louis-Edmond et CAILLEUX, André. *Périglaciaire actuel sur le littoral du Bic (Bas Saint-Laurent)*. Cahiers de géographe de Québec, no 23, 1967, p. 361-378.

MACKAY, J.R. *Progress of break-up and freeze-up along the MacKenzie River*. Geographical Bulletin, Ottawa, n° 19, 1963, p. 103-116.

## RÉSUMÉ

Certaines observations sur l'influence des glaces flottantes en géographie (objet du « glacier ») ont pu être faites au cours d'un séjour de recherches en Sibérie pendant l'été 1969.

Parmi les principaux mécanismes généraux de la glaciellisation des rives de la Léna et de l'Aldan, notons un fort coefficient de glacement, le tracé des fleuves, les embâcles et débâcles, l'amplitude verticale du niveau des eaux, le relief encaissant, l'alimentation des berges en matériaux, la résistance à la destruction des formes fraîches. Les conditions du modelé glaciaire sont extrêmement dynamiques.

La principale forme est avant tout le *Bečevnik*, terrasse profondément réaménagée par les glaces flottantes ; nous distinguons *bečevnik* d'érosion et *bečevnik* d'accumulation. Les formes mineures se regroupent en quatre catégories : a) formes de dénudation et d'érosion (7) ; b) de protection (2) ; c) d'accumulation (4) et d) de restructuration (8). Plusieurs de ces formes avaient déjà été étudiées au Canada.